



EFISIENSI PENURUNAN JUMLAH BAKTERI INDIKATOR PENCEMAR DALAM SISTEM PENGOLAHAN AIR BERSIH SEKALA PILOT

Ignasius D.A. Sutapa

Pusat Penelitian Limnologi – LIPI
Kompleks LIPI – Cibinong
Jl. Prof. Doddy Tisna Amidjaya, PO BOX 454, Cibinong – BOGOR
Tel/Fax. : 021 – 8757071 / 021 – 8757076
Email : ignasiussutapa@chemist.com / ignasdas@yahoo.co.id

Abstrak

Salah satu parameter penting yang digunakan untuk memantau kualitas air dalam sistem pengolahan air bersih adalah ada atau tidaknya bakteri indikator pencemar. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efisiensi proses pengolahan air bersih yang terdiri dari beberapa tahap diantaranya koagulasi-flokulasi, sedimentasi dan filtrasi dalam mengurangi jumlah bakteri indikator pencemar. Dua jenis bakteri yang dipantau adalah *E. Coli* dan coliform. Untuk penelitian ini digunakan instalasi pengolahan air bersih sekala pilot dengan kapasitas produksi air bersih 30 l/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahapan dalam instalasi pengolahan air bersih yang digunakan, mampu mengurangi jumlah bakteri indikator pencemar. Proses koagulasi-flokulasi disinyalir mengurangi jumlah bakteri secara signifikan. Jumlah bakteri coliform air baku yang berada dalam kisaran 250 – 300 koloni/100 ml, turun menjadi dalam kisaran 10 koloni/100ml. Sementara jumlah *E. Coli* turun dari kisaran 30 koloni/100ml menjadi berada di bawah 10 koloni/100ml.

Kata kunci : bakteri indikator, kualitas air, efisiensi

1. Pendahuluan

Keberadaan coliform, fecal coliform dan fecal streptococci dalam air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pH dan ketersediaan nutrisi. Sebagian besar bakteri tumbuh dalam lingkungan dengan pH netral. Pertumbuhan bakteri biasanya dibatasi oleh ketersediaan nutrisi seperti karbon organik, nitrogen dan fosfor (Peterson, 2005 ; Camper, 1991). Jika kondisi lingkungan tidak mendukung atau bahkan menekan pertumbuhan bakteri, maka bakteri akan memasuki tahap dorman.

Dalam penelitiannya, Bulson et al (1984) mengamati penurunan jumlah bakteri menggunakan alum sebagai koagulan. Efisiensi penurunan jumlah tiap bakteri

indikator adalah 90 % untuk *fecal coliform* dan 70% untuk *fecal streptococci*. Bulson et al (1984) mengajukan pengebakan flok sebagai penyebab utama penurunan jumlah bakteri. Karena berkaitan dengan pembentukan flok, maka untuk mendukung pendapat ini, diperlukan data yang belum disertakan dalam penelitian tersebut yaitu hubungan efisiensi koagulasi dan efisiensi penurunan jumlah bakteri.

Penelitian lain yang juga menyinggung hubungan koagulasi dan penurunan jumlah bakteri adalah penelitian yang dilakukan Khan et al (1984). Menurut penelitian ini, eksperimen *in vitro* menunjukkan bahwa aplikasi alum terhadap air danau menurunkan pH dari 7 sampai 5

menjadi 4 hingga 1. Pada pH ini, koagulan tersebut terbukti membunuh *Vibrio cholerae*, *Shigella* spp, dan *Escherichia coli*. Walau demikian, penelitian tersebut dilakukan terbatas pada kultur murni saja. Hal ini dinilai masih belum lengkap untuk menjelaskan penurunan jumlah bakteri dalam skala instalasi mengingat kondisi instalasi bukan kultur murni. Untuk itu, dalam penelitian ini, masalah yang dipelajari adalah apakah koagulan akan memberikan pengaruh yang serupa dengan yang diperlihatkan pada penelitian sebelumnya dalam kondisi yang sebenarnya di instalasi.

Dalam kaitannya dengan sistem pengolahan air bersih, diperlukan konsentrasi koagulan terhadap bakteri dalam air dengan variasi konsentrasi yang lebih luas. Dengan lingkup konsentrasi koagulan yang lebih luas, kita dapat menentukan konsentrasi koagulan yang optimal untuk diaplikasikan dalam instalasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efisiensi proses pengolahan air bersih yang terdiri dari beberapa tahap diantaranya koagulasi-flokulasi, sedimentasi dan filtrasi dalam mengurangi jumlah bakteri indikator pencemar. Dua jenis bakteri yang dipantau adalah *E. Coli* dan koliform.

2. Metodologi

Uji efisiensi penurunan jumlah bakteri indikator pencemar dilakukan terhadap prototype instalasi pengolahan air bersih (IPAB) skala pilot dengan kapasitas produksi 30 l/mn sebagaimana dideskripsikan oleh Sutapa (2010). IPAB tersebut mempunyai volume total sekitar 2 m³. Adapun susunan bagiannya terdiri atas : bak koagulator, bak flokulator, bak sedimentasi, bak filtrasi dan bak penampung air bersih. Sampel air yang akan diuji diambil dari dua titik yaitu air baku dipompa dari sumber air permukaan berupa air sungai, dan air yang telah masuk kompartemen penampungan setelah melalui proses filtrasi. Sementara konsentrasi koagulan PAC yang diaplikasikan adalah sesuai hasil jar tes koagulasi-flokulasi yaitu pada kisaran 20 – 25 mg/.

Dua jenis bakteri indikator pencemar yang akan dilihat adalah Total Koliform dan termotolerant koliform (Hurst *et al* 2002). Adapun prosedur pengujiannya dilakukan dua tahap :

- Uji kuantitatif.

Membran selulosa berpori 0.45 nm steril diletakkan pada alat penyaring dengan menggunakan pinset. Sampel air disaring dengan volume 100 ml dan 50 ml pada bak-bak pengplahan. Sedangkan air sumber disaring dengan volume 10, 1, dan 0,1 ml. Untuk sampel air 1 dan 0,1 ml diencerkan terlebih dahulu dengan aquadest. Setelah disaring, membran diambil dan diletakkan secara hati-hati pada cawan petri yang berisi media. Media yang digunakan untuk total koliform yaitu mEndo dan untuk fekal koliform mFC. Cawan petri diinkubasi selama 24 jam pada temperatur 35 + 0,5 °C untuk total koliform dan selama 48 jam dengan temperatur 44,5 + 0,5 °C untuk termotolerant koliform. Koloni berwarna merah dengan penampakan hijau metalik menandakan uji positif untuk total koliform. Dan koloni berwarna biru menandakan uji positif untuk termotolerant koliform. Jumlah koloni pada membran filter dihitung dengan *colony counter*.

- Uji kualitatif

Koloni-koloni positif yang tumbuh pada media mEndo dan mFC kemudian dicuplik sebanyak 10 koloni dan diinokulasi pada media laktosa cair dengan tabung durham didalamnya, tusukan pada media nutrient agar dan endo agar. Uji positif pada media laktosa cair dan nutrient agar ditandai dengan terbentuknya gas. Gas tersebut akan terlihat pada tabung durham dan pada dasar media nutrient agar. Sedangkan pada media endo agar akan tumbuh koloni berwarna merah untuk koliform dan merah metalik untuk termotolerant koliform. Selain itu dilakukan juga pengecatan gram.

Sementara itu pengujian parameter pendukung lainnya seperti konsentrasi nitrat, nitrit, ammonium, pH, DO conductivity dan turbidity dilakukan dengan metode yang dilaporkan oleh Sutapa (2010).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran beberapa parameter kualitas air secara lengkap ditampilkan dalam Tabel 1. Seperti terlihat dalam Tabel 1, konsentrasi nitrit, nitrat dan amonium berada dalam kisaran normal yaitu : 0,041 mg/l, 19,66 mg/l dan 0,096 mg/l untuk air baku. Sementara untuk air produksi, konsentrasinya secara berturutan adalah : 0,039 mg/l, 14,24 mg/l dan 0,092 mg/l. Secara umum telah terjadi penurunan konsentrasi dari ke tiga parameter kimiawi tersebut. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan adanya proses koagulasi-flokulasi serta pengendapan maupun filtrasi yang dapat menurunkan konsentrasi ketiga senyawa tersebut diatas sehingga meningkatkan kualitas air produksi.

Selama proses pengolahan air, suhu air juga berada dalam kisaran normal, 28,8 C pada air baku dan 27,7 C pada air produksi. Sementara itu nilai kandungan oksigen terlarut relatif tinggi 6,7 mg/l dan 7,38 mg/l. Nilai pH pada air baku adalah 6,85 dan mengalami sedikit peningkatan

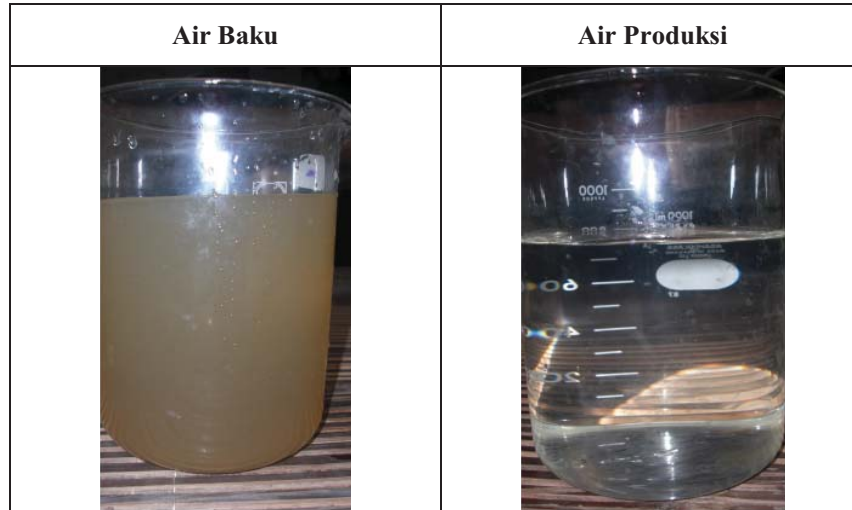
menjadi 7,38 setelah proses pengolahan air selesai. Nilai konduktivitas air berada dalam kisaran 0,099 – 1,106 mS/cm.

Indikasi terjadinya perbaikan kualitas air secara signifikan dapat dilihat dari parameter fisik yaitu tingkat kekeruhan. Air baku yang belum diolah memiliki tingkat kekeruhan 19 NTU, turun menjadi 0 NTU setelah melalui proses dengan tahapan yang telah disampaikan sebelumnya. Hasil ini sangat berkaitan dengan optimalnya proses koagulasi-flokulasi maupun filtrasi yang berhasil mengendapkan sebagian besar partikel-partikel koloid maupun yang lainnya sehingga terpisah dari air produksi. Perubahan kualitas fisik ini dapat dilihat dalam gambar 1.

Hasil pengujian terhadap parameter mikrobiologis telah dilakukan untuk mengetahui sejauh mana proses yang terjadi dalam instalasi pengolahan air bersih mampu menurunkan jumlah bakteri indikator pencemar. Hasil analisa terhadap 2 jenis bakteri indikator tersebut ditampilkan dalam Tabel 2.

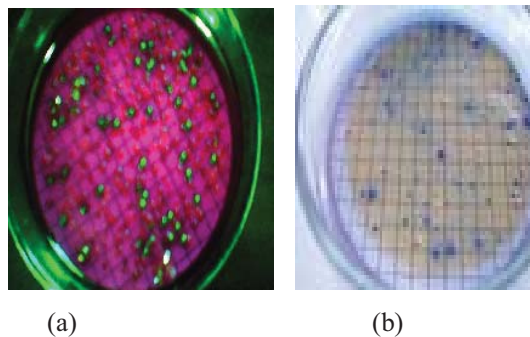
Tabel 1.: Rekapitulasi hasil analisa kualitas air baku dan air produksi

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Air Baku	Air Produksi
1.	Nitrit	mg/l	3	0,041	0,039
2.	Nitrat	mg/l	50	19,66	14,24
3.	Ammonium	mg/l	1,5	0,096	0,092
4.	Temperature	C		28,8	27,6
5.	pH		6,5 – 8,5	6,85	7,38
6.	DO	mg/l		6,7	7,34
7.	Conductivity	mS/cm		0,099	0,106
8.	Kekeruhan	NTU	5	19	0



Gambar 1.: Perubahan tingkat kekeruhan air baku dan air produksi

Gambar 2 memperlihatkan foto koloni kedua jenis bakteri indikator pencemar yaitu total coliform dan E. Coli.



Gambar 2 Koloni Total Coliform (a), Koloni Fecal Coliform (b)

Tabel 2.: Hasil analisa mikrobiologis

Jenis Bakteri	Satuan	AB	AP	Efisiensi (%)
Coliform	Kol/100ml	252	12	95,2
E. Coli	Kol/100ml	238	8	96,6

Seperti terlihat dalam gambar 3, telah terjadi penurunan yang signifikan jumlah bakteri indikator pencemar baik total coliform maupun E. Coli. Secara umum, jumlah bakteri indikator pada air baku pada pengoperasian IPAB dengan PAC melebihi

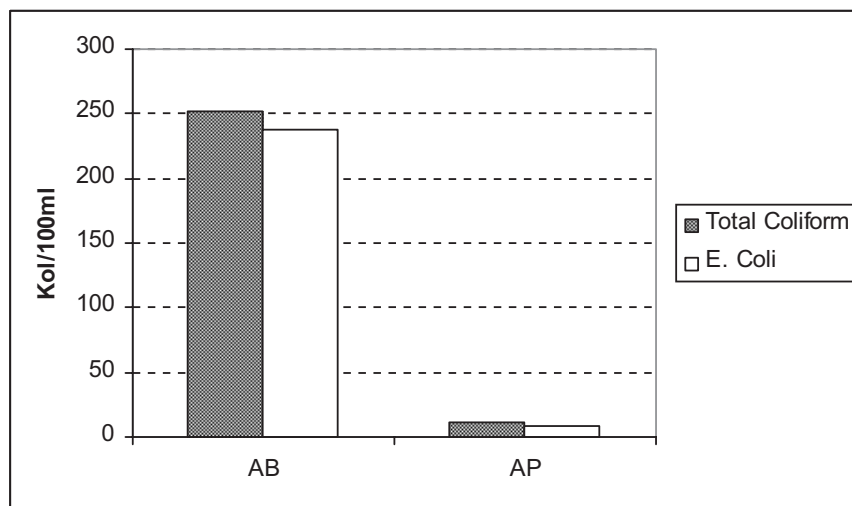
standar yang telah ditetapkan oleh peraturan pemerintah sehingga tidak dapat dikonsumsi langsung oleh manusia. Sebelum aplikasi PAC, jumlah *total coliform*, *fecal coliform*, berturut-turut adalah 252 kol/100 ml, 238 kol/100 ml. Setelah melewati tahap

koagulasi-flokulasi dan filtrasi sehingga menjadi air produksi, jumlah *total coliform* dan *fecal coliform*, adalah 12 kol/100 ml., dan 8 kol/100 ml. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebagian besar bakteri indikator pencemar berhasil diturunkan melalui proses koagulasi-flokulasi maupun filtrasi. Hal ini mengkonfirmasi hasil bahwa mekanisme penjemakan bakteri oleh flok yang terbentuk selama proses koagulasi-flokulasi dapat menurunkan jumlah bakteri dalam air baku secara signifikan.

Perbaikan kualitas air yang telah disampaikan sebelumnya akibat proses koagulasi-flokulasi dan filtrasi tampaknya juga diikuti secara sebanding dengan menurunnya jumlah bakteri indikator pencemar. Dengan kata lain proses

aglomerasi partikel dalam air baku akibat penambahan koagulan sangat berperan dalam menurunkan jumlah bakteri indikator pencemar dalam air. Hal ini juga didukung informasi mengenai relatif kecilnya penurunan konsentrasi beberapa parameter kimiawi yang telah dibahas sebelumnya.

Secara kuantitatif, dapat dihitung persentase penurunan jumlah bakteri indikator pencemar. Proses pengolahan yang dilakukan dengan menggunakan instalasi skala pilot ini dimana koagulan yang dipakai adalah PAC, telah mampu menyingkirkan 95,2 % *Total Coliform*, 96,6 % *Fecal Coliform*. Sehingga tingkat efisiensi penurunan jumlah bakteri indikator pencemar cukup tinggi.



Gambar 3.: Hasil penghitungan jumlah bakteri indikator pencemar

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efisiensi proses pengolahan air bersih yang terdiri dari beberapa tahap diantaranya koagulasi-flokulasi, sedimentasi dan filtrasi dalam mengurangi jumlah bakteri indikator pencemar. Dua jenis bakteri yang dipantau adalah E. Coli dan coliform. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahapan dalam instalasi pengolahan air bersih yang digunakan, mampu mengurangi jumlah bakteri indikator

pencemar. Proses koagulasi-flokulasi disinyalir mengurangi jumlah bakteri secara signifikan. Jumlah bakteri coliform air baku yang berada dalam kisaran 250 – 300 koloni/100 ml, turun menjadi dalam kisaran 10 koloni/100ml. Sementara jumlah E. Coli turun dari kisaran 30 koloni/100ml menjadi berada di bawah 10 koloni/100ml.

Daftar Pustaka

Bulson, P.C., D.L. Johnstone, H.L. Gibbons, and W. H. Funk.1984. Removal and Inactivation of Bacteria During Alum Treatment of A Lake in Applied and Environmental Microbiology. 48(2): 425-430

Camper, A.K., G.A. McFeters, W.G. Characklis, W.L.Jones. 1991. Growth Kinetics of Coliform Bacteria Under Condition Relevant to Drinking Water Distribution Systems. Applied and Environmental Microbiology.57(8): 2233-2239

Hurst, C..J. et al. 2002. *Manual of Environmental Microbiology*. Second Edition. ASM Press. Washington, D.C. pp 205,206,210,211,280,281.

Khan, M.U., M.R.Khan, B.Hossain, and Q.S.Ahmed. 1984. Alum Potash in Water To Prevent Cholera. Lancet ii:1032 in Vitro Antimicrobial Activity of Potash Alum., Dutta, S. and Bhattacharya. National Institute of Cholera and Enteric Disease. Calcutta.

Peterson, C.N., M.J.Mandel, T.J.Silliavy. 2005. Escherichia coli Starvation: Essential Nutrients Weigh. Journal of Bacteriology. 187(22):7549-7553

Sutapa, I. 2010. Efisiensi Proses Koagulasi di Kompartemen Flokulator Tersusun Seri Dalam Sistem Pengolahan Air Bersih. Proseding Seminar Nasional Teknik Kimia UPN Yogyakarta 2010.